

استخدامات أدلة التنوع الحيوي المختلفة Biological indices

قياس التنوع : The measurement of diversity

يعد التنوع بالأساس قياسا للتباين في المجتمعات البيئية. إذ إن تباين الأنواع لمجتمع ما هو دالة لعدد الأنواع المختلفة الموجودة وعدد أفراد كل نوع والعدد الكلي لأفراد جميع الأنواع في ذلك المجتمع. وفي الحقيقة لا تكون قياسات التنوع في علم البيئة بسيطة، إذ يجب اخذ بعض الاحتياطات لتقييم الأعداد النسبية للأنواع المختلفة. فمثلا قد يكون لغابتين مختلفتين العدد نفسه من الأنواع والأفراد، إلا أن التوزيع العددي للأفراد بين الأنواع قد يتباين بدرجة كبيرة. لذا من المهم أن نتعرف ليس فقط على عدد الأنواع وعدد الأفراد في مجتمع ما ولكن التعرف على الحصص النسبية لوفرتها أيضا. وبافتراض أن نسبة كل نوع بالنسبة للآخر في مجتمع معين متشابهة فإن قياس تباين الأنواع يمكن أن يعبر عنه بالمعادلة الآتية:

$$\text{التنوع (Diversity)} = \text{مجموع عدد الأنواع} / \text{مجموع عدد الأفراد لجميع الأنواع}$$

فعلى سبيل المثال لو درسنا مجتمعين من اللاقاريات في مكانين معينين يحوي المجتمع الأول على 20 نوعا والعدد الكلي لأفراده 100 فرد والمجتمع الثاني يحوي 25 نوع والعدد الكلي لأفراده 100 فرد فإن تنوع المجتمع الثاني حسب المعادلة أعلاه يكون 25% وهو اكبر من تنوع المجتمع الأول 20% على افتراض أن الحصص النسبية لأفراد كل نوع متساوية وهذا طبعا لا يمكن حدوثه في الطبيعة.

ومن ناحية أخرى قد تصبح دلائل التنوع معقدة لأن من الصعوبة معرفة العدد الحقيقي للأنواع والأفراد في مجتمع طبيعي. وهكذا يحدث التباين في العينة نفسها، وبصورة عامة توجد ثلاث مؤشرات أو مستويات لحساب التنوع الحيوي :-

1. المؤشر ألفا Alpha diversity: يقصد به المؤشر الذي يشير إلى عدد الأنواع في مجتمع واحد ومن ثم فإن هذه المؤشر يعطينا تصور عن وفرة الأنواع Species richness ويساعد في مقارنة عدد الأنواع في الأنظمة البيئية المختلفة.

ا.م.د. دنيا علي حسين

2. المؤشر بيتا Beta diversity: يقصد به معرفة تغير عدد الأنواع ومدى ارتباط ذلك بتغير مماثل في الظروف البيئية.

3. المؤشر كما Gamma diversity: يعبر عن معدل تواجد الأنواع الإضافية كبديل جغرافي (أي انه يحل بديلا لأنواع أخرى غابت نتيجة اختلاف الظروف الجغرافية).

استنبط علماء البيئة الرياضيون دلائل تنوع حيوي عديدة عن طريق حساب عدد الأنواع في كل تجمع لنوع معين من الكائنات الحية وحسب المعادلات الآتية لتلائم الأحوال والمشكلات المختلفة. ولقد تم إنشاء دلائل عديدة تتعامل مع صحة العينات البيئية. وهناك دلائل شائعة الاستعمال هي :

1. دليل التنوع (H') Shannon and Wiener index

يعد من المقاييس الشائعة الاستعمال اذ يقوم بحساب كلا من التباير في الوفرة بين الانواع وغنى المنطقة بالانواع، ولكنه لحد الان مفعم بالمشاكل وذلك لانه يتأثر بصورة كبيرة بالكثافات القليلة للأفراد Rarity وصعوبة تفسير النتائج فضلا عن حساسيته لعدد الافراد (n)، يتم حسابها من المعادلة التي وضعها Shannon (1949) and Wiener

$$H' = -\sum p_i \ln p_i$$

حيث: H' = دليل التنوع

$$P_i = \text{نسبة النوع } i \text{ في العينة المكونة من عدد أفراد قدره } N \text{ (} P_i = n_i/N \text{)}$$

تعني القيم المرتفعة لهذا الدليل ان السيادة غير مركزة في عدد قليل وانما تتوزع على العديد من الانواع.

2. دليل الغنى (الوفرة) Richness index

يعبر الدليل عن غنى وخصوبة منطقة ما من حيث الوفرة العددية والتنوعية، ويستعمل هذا الدليل لتوضيح العلاقة بين عدد الأنواع وعدد الأفراد وانتشارها حسب وفرتها. تحسب درجة الغنى من معادلة (1959) Margalef :

$$D = S - 1/\ln N$$

حيث: D = دليل الغنى

$$S = \text{عدد الأنواع}$$

$$N = \text{العدد الكلي لأفراد جميع الأنواع}$$

ا.م.د. دنيا علي حسين

3. دليل التكافؤ (J) Evenness index

ترتبط قيمة التكافؤ بمقدار التنوع (H') ونحصل على أكبر قيمة للتكافؤ إذا انعدمت سيادة نوع أو أنواع قليلة ، أي تتواجد جميع الأنواع في العينة بنفس الوفرة تقريبا. تحسب قيمة دليل التكافؤ من المعادلة التي وضعها (1975) Pielou وكالاتي:

$$J = H / \ln S$$

حيث: J = دليل التكافؤ

H = دليل التنوع

S = عدد الأنواع الكلي

تتراوح قيمة دليل التكافؤ من صفر-1 . إذ تكون القيمة (صفر) عند سيادة نوع واحد، وتصبح القيمة (1) عندما لا تظهر سيادة لنوع واحد، أي أن كل الأنواع تتوزع بالتساوي.

4. Simpson index (1949)

يعد من أبسط الأدلة وأكثرها ملائمة لقياس التركيز السياتي النسبي وهو مهم للمجتمعات التي تكون نادرة في عدد أفرادها ويتراوح من صفر (عالي التنوع) إلى واحد (يعني السيادة مركزة في نوع واحد أو القليل من الأنواع بينما بقية الأنواع نادرة) ويستعمل لتقدير سيادة الأنواع في كل عينة ويتم حسابه من المعادلة الآتية:

$$S = \sum (pi)^2$$

حيث: S = عدد الأنواع

■ العوامل المحددة للتنوع:

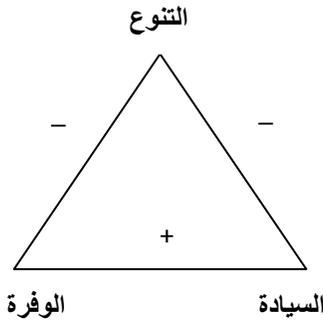
1. قسوة الظروف الفيزيائية التي تتكيف لها أشكال الحياة.
2. نوعية البيئة من حيث حجمها وطبيعتها تضاريسها الأرضية.

فمثلا تعد الصحاري والمناطق القطبية والجبال المغطاة بالثلوج وقيعان المحيطات ذات تنوع قليل نسبيا مقارنة بالغابات الاستوائية (الدفء والرطوبة والإضاءة الكافية) التي تمتاز بتنوع أكثر من أي مجتمع حياتي على سطح الأرض سواء من ناحية النبات أو الحيوان.

ا.م.د. دنيا علي حسين

السيادة Dominance

تعتبر السيادة عن سيطرة نوع أو عدة أنواع على المجتمعات الحياتية بحيث تتمكن من التفاعل مع الوسط الخارجي ويطلق على هذه الكائنات بالكائنات السائدة Dominants. واختلفت الآراء حول تحديد النوع السائد من حيث هل هو الأكبر حجما أو وزنا أو عددا أو الذي له مساهمة أكبر في نقل الطاقة من مستوى غذائي إلى آخر؟ ونستعرض هنا النظريات التي توضح هذه الآراء وكما يأتي:



❖ ربط العالم (1967) Odum السيادة بالعدد واقترح بان السيادة تتناسب طرديا مع الوفرة abundance وعكسيا مع التنوع وان الأنواع التي تتواجد بوفرة عالية هي الأنواع السائدة .

❖ علماء آخرون ربطوا الأنواع السائدة بالوظائف التي تؤديها في المجتمع ومن أهم هذه الوظائف الكفاءة في نقل الطاقة من مستوى غذائي إلى آخر Efficiency of energy transfer، إذ اعتقد هؤلاء العلماء بان النوع يمكن إن يكون أكثر عددا في المجتمع ولكن كفاءته في نقل الطاقة اقل من الأنواع الأخرى لذا لئيمكن اعتباره نوعا سائدا.

❖ يعتقد آخرون إن النوع السائد هو النوع الذي يقلل من التنافس ما بين الأنواع عن طريق الافتراض Less competition through predation وهذا يعتبر نوع من التحكم بالمجتمعات عن طريق اتزان النظم البيئية Control through stability .

❖ إن النوع السائد هو الذي يستغل المكونات الحية والملاحية بشكل أفضل من غيره (مثل الغذاء، الحرارة، الرطوبة وغيرها) وبالتالي يكون النوع الأكثر قابلية على الاستمرار في حال تعرض المجتمع لاضطراب معين.

وبعد كل هذه الآراء المختلفة استنتج العلماء بأن النوع السائد هو النوع المهم لحياة المجتمع البيئي، لذا ظهر مفهوم القيمة الهامة (Important Value) واقترح العالم Smith(1980) أن تحتوي هذه القيمة على مجموع ثلاث معايير هي: الكثافة النسبية والتردد النسبي والسيادة النسبية.

❖ الكثافة النسبية للنوع أ (Relative density) = عدد أفراد النوع أ / مجموع عدد أفراد الأنواع الأخرى * 100

ا.م.د. دنيا علي حسين

التردد النسبي للنوع أ (Relative frequency) = قيمة التردد الأصلية للنوع أ / مجموع قيم الترددات لأنواع الأخرى * 100

السيادة النسبية للنوع أ (Relative dominance) = عدد مرات ظهور للنوع أ / مجموع المساحات القاعدية لأنواع الأخرى * 100

بينما اقترح العالم Barbour (1987) أن تكون هذه القيمة عبارة عن مجموع المعايير الثلاث التالية:

القيمة الهامة I.V. = الغطاء النباتي النسبي + الكثافة النسبية + التردد (التكرار) النسبي

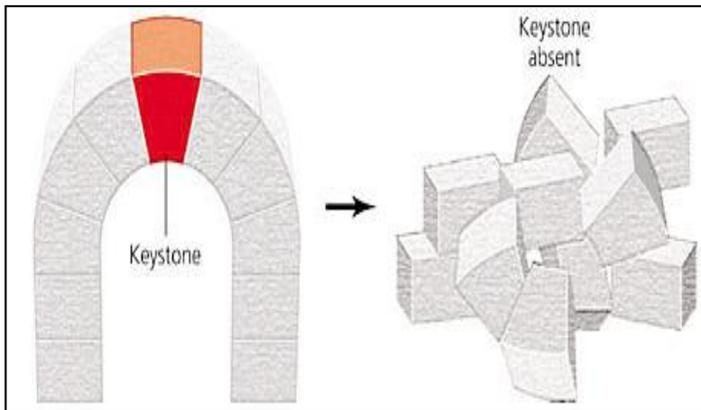
وتتدرج هذه المعايير من صفر - 100 فيكون مجموع القيم الثلاث محددًا بتدرج من صفر - 300 وتم اختصار هذا التدرج ليصبح من صفر - 3، وبذلك تصنف الأنواع حسب مفهوم القيمة الهامة كالآتي:

صفر - 1 أنواع نادرة (Rare)

1 - 2 أنواع موجودة (Present)

2 - 3 أنواع متوفرة = (سائدة) (Abundant or Dominant)

وتسمى المجتمعات وخاصة النباتية منها على أساس السيادة وأحيانًا يكون هناك نوعان متقاربان بالسيادة فتسمى المجتمعات على أساسه مثل غابات الصنوبر *Pinus* والبلوط *Quercus* (شمال الأردن) وعند وضع الصنوبر في البداية يعرف الباحث انه النوع الأول السائد والبلوط النوع السائد الثاني.



شكل 5: يوضح أهمية Keystone species في بناء المجتمعات الحية.

لا تمتلك جميع الكائنات الحية الموجودة في المجتمع الحيوي نفس الأهمية البيئية من ناحية تأثيرها في هذا المجتمع ويعتبر النوع ذو السيادة البيئية هو الحجر الأساس Keystone Species بالنسبة للمجتمع والذي يتحكم بشكل رئيس بمصيره ، وان إزالة هذا النوع من المجتمع يؤدي إلى تدميره بينما في المقابل عزل أي نوع آخر غير سائد قد لا يؤثر أو قد يكون تأثيره غير ملحوظ في حيوية المجتمع . ولحساب السيادة يجب معرفة مايلي:

ا.م.د. دنيا علي حسين

- (1) عدد الأنواع في المجتمع.
- (2) عدد أفراد كل نوع .
- (3) حجم الأفراد أو وزنها.
- (4) سيطرة نوع ما على عملية تدفق الطاقة في مجتمع معين.

❖ وتعتمد طبيعة المجتمعات الحية على عاملين أساسيين:

- (1) تأقلم وتكيف المجتمع للبيئة الفيزيائية المحيطة.
- (2) مدى علاقة الكائنات الحية المكونة لهذا المجتمع مع بعضها البعض.

شكل 6: تأثير فقدان (keystone) Sea Otter

